

От автоматизации инженерных систем и оборудования тоннелей — к цифровому тоннелю

SIEMENS
Ingenuity for life

Приводится описание подхода к созданию систем автоматизации и диспетчеризации тоннелей, основанного на рассмотрении совокупности требований, задач и процессов на всех этапах жизненного цикла тоннеля как комплексной информационной задачи и ее решения с помощью средств цифрового моделирования, проектирования и интеллектуальных информационно-управляющих систем.

ООО «Сименс», г. Москва

Интенсивный рост объемов строительства тоннельных сооружений, являющийся неотъемлемой составляющей устойчивого развития городов и инфраструктуры в целом, требует решения целого комплекса задач, связанных с сокращением сроков проектирования и ввода в эксплуатацию, снижением количества ошибок при проектировании, повышением уровня безопасности, сокращением сроков закрытия тоннельных объектов на обслуживание и ремонты, снижением затрат на эксплуатацию и модернизацию различных тоннельных систем.

Потенциал для оптимизации процессов проектирования, ввода в эксплуатацию и обслуживания тоннельных сооружений открывает цифровизация — подход, основанный на

рассмотрении совокупности требований, задач и процессов на всех этапах жизненного цикла как комплексной информационной задачи и ее решения с помощью средств цифрового моделирования, проектирования и интеллектуальных информационно-управляющих систем.

Архитектура систем, обеспечивающих эксплуатацию тоннеля

Рассмотрим типовой функциональный облик и архитектуру систем автоматизации, сигнализации и связи, применяемых на тоннельных сооружениях различного назначения (в автодорожных, железнодорожных и совмещенных тоннелях, тоннелях метрополитена, коммуникационных и пешеходных тоннелях).

Работа современных тоннельных сооружений обеспечивается комплексом взаимосвязанных систем, выпол-

няющих функции управления, контроля и мониторинга всех процессов и систем тоннеля — энергоснабжения, вентиляции и противодымной защиты, водоснабжения и водоотведения, освещения, обеспечения безопасности (эвакуационные системы и др.), дорожной и аварийной сигнализации, а также мониторинга и контроля состояния капитальных сооружений тоннеля. В решении данных задач востребовано применение комплексных решений, построенных на единых принципах, стандартных протоколах взаимодействия и совместимых технических средствах. Обзор продуктов и систем компании Siemens, составляющих единое решение для задач обеспечения работы тоннельных объектов, представлен на рис. 1 (схематично показаны области применения отдельных видов оборудования и программного обеспечения).

* Изобретательность для жизни.

- | | |
|----|--|
| 1 | Системы автоматизации SIMATIC |
| 2 | Промышленные компьютеры SIMATIC IPC |
| 3 | Системы распределенной периферии SIMATIC ET 200 |
| 4 | Коммуникационное оборудование SIMATIC NET/SCALANCE |
| 5 | Продукты с поддержкой PROFINET и PROFIBUS |
| 6 | Коммуникационное оборудование и продукты с поддержкой OPC UA |
| 7 | Низковольтное коммутационное оборудование SIRIUS |
| 8 | Коммутационные аппараты и устройства SENTRON |
| 9 | Частотно-регулируемый привод SINAMICS |
| 10 | SCADA-системы WinCC и WinCC OA |
| 11 | Человеко-машинный интерфейс SIMATIC HMI |

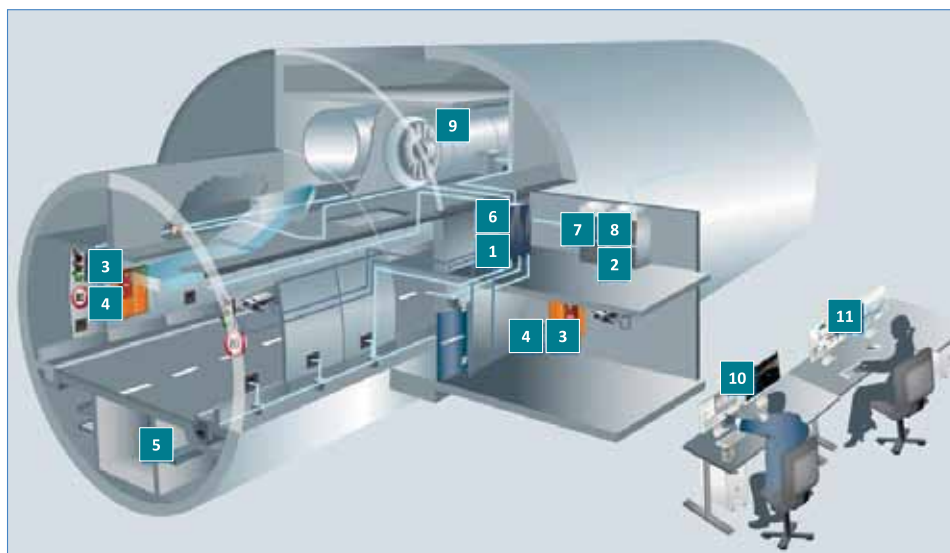


Рис. 1. Продукты и системы компании Siemens для тоннельных объектов

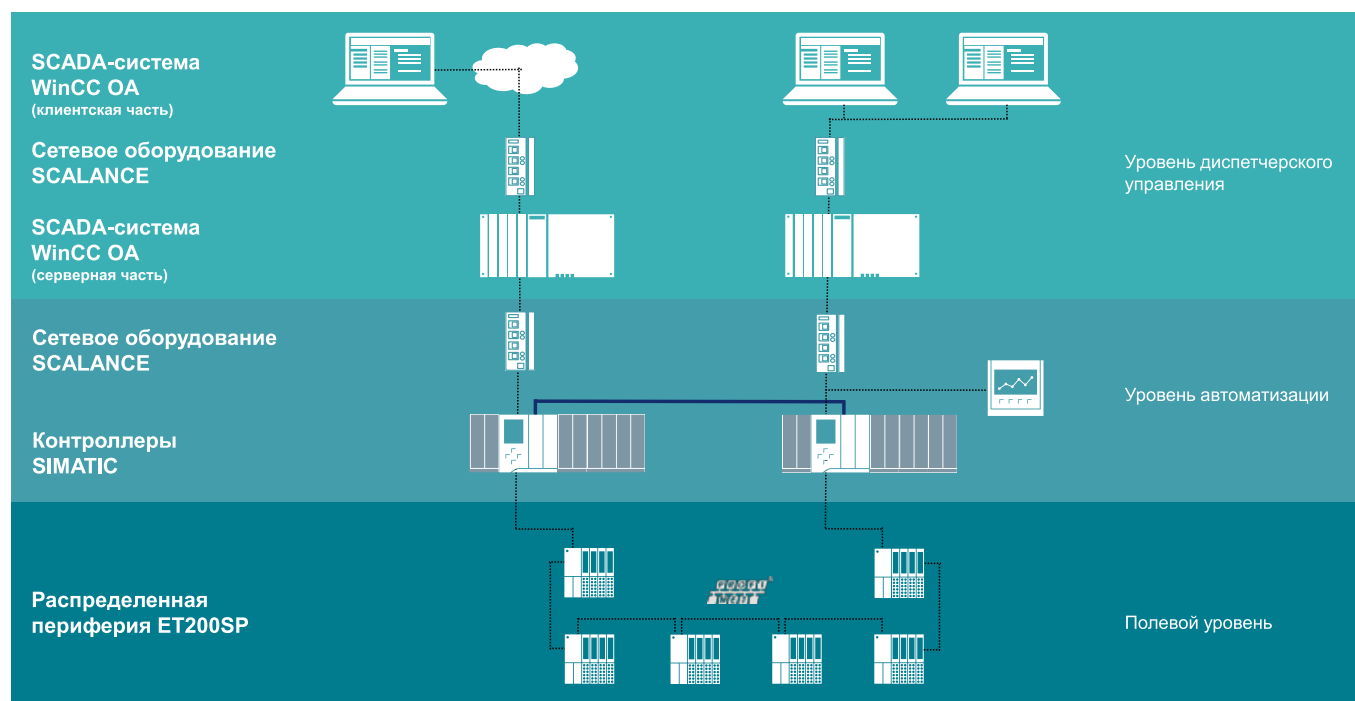


Рис. 2. Обобщенная архитектура систем автоматизации и диспетчеризации оборудования и устройств тоннеля

В зависимости от характеристик конкретного объекта и проектных решений состав технических средств может быть различным, при этом архитектура систем автоматизации тоннельных объектов, как правило, является иерархической, с выделением полевого уровня, уровня автоматизации и уровня диспетчерского управления (рис. 2). В рамках решения Totally Integrated Automation (TIA) компании Siemens основные компоненты этих уровней представлены многофункциональными станциями распределенного ввода/вывода ET200SP, резервированными контроллерами SIMATIC S7-1500R/H, сетевым оборудованием SCALANCE, промышленными компьютерами SIMATIC IPC.

В качестве программного обеспечения для интеграции различных систем автоматизации, контроля и мониторинга в рамках единой системы диспетчеризации служит SCADA-система SIMATIC WinCC Open Architecture (WinCC OA). WinCC OA — модульная кроссплатформенная клиент-серверная система для решения прикладных задач сбора, обработки и визуализации данных с открытым интерфейсом прикладного программирования (API). В рамках концепции Totally Integrated Automation система WinCC OA предлагается как платформа для решения инфраструк-

турных и интеграционных задач, для приложений с высокими требованиями к надежности, а также для приложений, которым необходима глубокая адаптация под специализированные требования заказчика [1].

Комплексная информационная платформа и единая система диспетчеризации

Применимость SCADA-системы WinCC OA в рассматриваемом классе задач в качестве комплексной информационной платформы и единой системы диспетчеризации обусловлено следующими основными факторами:

- ▶ наличием готового универсального инструментария для создания информационной модели, пользовательских экранов и описания прикладной функциональности;
- ▶ встроенной поддержкой резервирования различных уровней и компонентов (горячее резервирование и резервирование центра управления — так называемое резервирование «2х2»);
- ▶ встроенной поддержкой механизмов защиты и обеспечения информационной безопасности (HTTPS, SSL, SSO, Kerberos и др.) [2];
- ▶ подтвержденной производительностью при построении сложных, географически распределенных систем большой информационной емкости;

▶ гибкими возможностями визуализации;

▶ интеграцией инженерингового инструментария WinCC OA и платформы TIA Portal;

▶ развитыми интеграционными и коммуникационными возможностями, включая как поддержку стандартных протоколов обмена данными систем автоматизации, телемеханики и энергетики, так и возможность реализации проприетарных протоколов специализированного оборудования.

Системные свойства WinCC OA как комплексной информационной платформы дополняются следующими техническими преимуществами, важными в контексте задач мониторинга и управления тоннельными объектами:

- ▶ наличие встроенной системы видеонаблюдения [3];
- ▶ поддержка различных технологий интерактивной картографии средствами базовой системы и специализированным модулем GIS Viewer;
- ▶ возможность использования различных типов клиентских приложений (стационарных, мобильных и веб-клиентов);
- ▶ поддержка современных информационных стандартов и технологий (OPC UA, HTML5, SOAP, CSS, Kerberos, мультисенсорные жесты и др.).

Многочисленные внедрения систем автоматизации и диспетчериза-

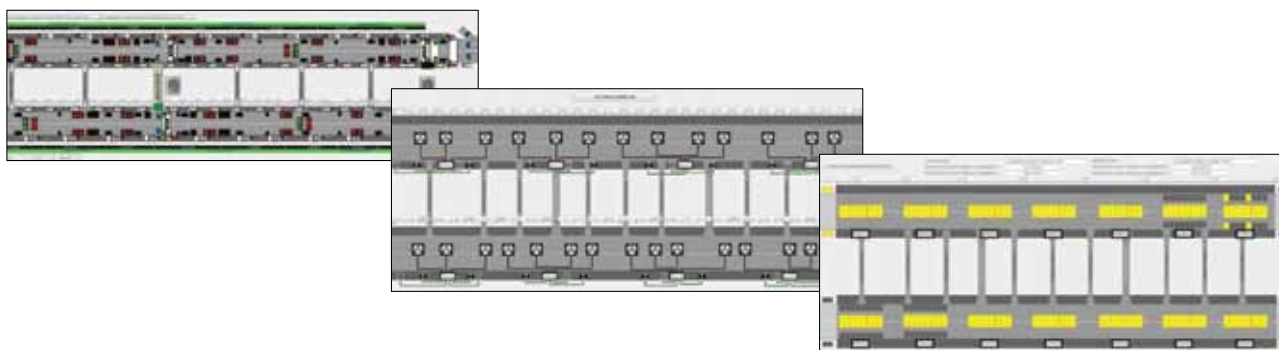


Рис. 3. Пример комплексной автоматизации тоннельного объекта (тоннель 1-го Марта, Босния и Герцеговина)

ции тоннелей в соответствии с концепцией Totally Integrated Automation и на базе аппаратных и программных средств Siemens являются подтверждением высоких технических характеристик решения и соответствия требованиям заказчиков. Пример одного из таких объектов представлен на рис. 3 (тоннель 1-го Марта, Босния и Герцеговина).

Цифровизация процессов проектирования, внедрения и эксплуатации систем тоннеля

Вернемся к вызовам и задачам, стоящим перед различными участниками процесса создания и эксплуатации систем тоннеля. Для этого рассмотрим полный жизненный цикл

тоннельных систем и тоннеля в целом: от стадии технического задания до этапа эксплуатации тоннельного объекта (рис. 4).

Интеграция инженерных систем, установок и оборудования тоннеля в единую информационно-управляющую систему требует выполнения комплекса проектных, инженеринговых и наладочных работ. Неотъемлемой составляющей этого процесса является необходимость междисциплинарной «увязки» отдельных систем, установок, оборудования, относящихся к различным разделам проекта. При этом различные (по природе работ и характеру задач) этапы относятся к ответственности разных организаций – проектных, внедренческих

и эксплуатирующих. В связи с этим обеспечение обмена и актуальности проектной информации, управление изменениями в проекте, оперативная верификация промежуточных решений и итогового результата, решение вопросов информационного обеспечения процессов эксплуатации, модернизации и расширения являются не только обязательными для реализации проекта и достижения требуемых характеристик объекта, но и определяющими эффективность и сроки такого процесса.

В рамках цифровой парадигмы создания систем и объектов предъявляемые требования, задачи и процессы рассматриваются в комплексе на протяжении всех этапов жизнен-



Рис. 4. Цифровизация процессов проектирования, внедрения и эксплуатации систем тоннеля



Рис. 5. Ключевые элементы цифровизации систем тоннеля

ного цикла. При этом за счет средств цифрового моделирования, проектирования и интеллектуальных информационно-управляющих систем цифровой подход позволяет не только обеспечить решение задачи внедрения комплекса необходимых систем и объекта в целом с повышением качества проектных решений и эксплуатационных характеристик, но и сократить общее время реализации проекта.

Условно процесс создания систем тоннеля с использованием цифровых технологий можно разделить на две большие фазы: работу с объектами и процессами в цифровом виде и работу с ними в реальном мире, а также выделить переходную фазу

воплощения отработанных «в цифре» решений в физическую реализацию.

Ключевыми элементами рассматриваемого подхода к созданию и эксплуатации систем тоннеля на фазе цифровой отработки являются (рис. 5):

- использование цифрового двойника – модели (моделей), описывающих различные объекты, устройства, системы и аспекты их функционирования;
- моделирование и виртуальная пусконаладка;
- стандартизация технических решений, интерфейсов и структур данных.

К числу преимуществ подхода, помимо собственно сокращения вре-

мени выполнения пусконаладочных работ на объекте, следует отнести возможность заблаговременной подготовки эксплуатационного и диспетчерского персонала за счет обучения на тренажерах, работающих в связке с цифровыми двойниками систем тоннеля.

В отличие от традиционного подхода к проектированию, инженерингу и внедрению систем автоматизации и диспетчеризации тоннелей, при котором на стыке этапов, относящихся к ответственности разных организаций, происходит потеря до 30 % информации, цифровизация процесса позволяет оптимизировать процесс использования информации на протяжении всего жизненного цикла тоннельного объекта (рис. 6).

Цифровая цепочка создания систем автоматизации и диспетчеризации тоннеля

Рассмотрим использование и взаимодействие цифровых двойников и реальных систем в рамках цифровой цепочки создания систем автоматизации и диспетчеризации тоннеля.

Основная цель создания цифровых двойников состоит в получении моделей, описывающих с достаточной для решаемой задачи степенью адекватности и точности внутренние процессы (механические, электрические, гидравлические и т. д.), технические характеристики и поведение реального объекта в различных режимах и условиях внешних воздействий. В ходе проектирования тоннелей такие двойники позволяют осуществлять моделирование, например меха-



Рис. 6. Оптимизация процесса использования информации на протяжении жизненного цикла тоннельного объекта



Рис. 7. Цифровая цепочка создания систем автоматизации и диспетчеризации тоннеля

нических процессов и физического взаимодействия различных устройств и систем тоннеля (с помощью системы NX MCD – Mechatronics Concept Designer) или транспортного потока (с помощью системы Tecnomatix Plant Simulation) и т. д.

Принципиальным преимуществом данного подхода является возможность многодисциплинарной отработки систем тоннеля на цифровых двойниках параллельно с созданием и отладкой систем автоматизации и диспетчеризации, выполняемых на виртуальных контроллерах (таких, как PLCSIM Advanced) на основе данных, получаемых из цифровых двойников соответствующих систем. За счет наличия средств интеграции между инструментами проектирования и моделирования (NX, Team-

Center и др.) и средствами разработки проектов автоматизации и диспетчеризации (TIA Portal, WinCC OA) обмен конфигурационными и проектными данными осуществляется без необходимости повторно создавать конфигурации в ручном режиме.

Обратная связь между этапами проектирования, моделирования и инжиниринга систем обеспечивает возможность отработки целевых аспектов функционирования систем тоннеля в связке с системами автоматизации и диспетчеризации – до физического воплощения данных систем на объекте (рис. 7). Таким образом, за счет виртуальной пусконаладки существенно снижается объем работ при вводе объекта в строй, а также сокращается количество ошибок и несоответствий,

многие из которых традиционно выявляются лишь на этапе пуска систем, вызывая существенные временные и финансовые потери на устранение. Аналогично цифровые двойники позволяют проводить обучение операторов – еще до ввода объекта в эксплуатацию. При этом система WinCC OA, используемая как на этапе цифрового моделирования работы всех систем тоннеля, так и на этапе его реального функционирования, фактически соединяет процессы и задачи проектирования и моделирования с процессами и задачами эксплуатации реального объекта (рис. 8).

Выводы

Подход, основанный на цифровом проектировании и моделирова-



Рис. 8. SCADA-система WinCC OA соединяет процессы и задачи цифрового проектирования и моделирования с процессами и задачами эксплуатации реального объекта

нии комплекса технических средств и процессов, позволяет обеспечить сквозную информационную цепочку, охватывающую все этапы жизненного цикла тоннеля. За счет этого могут быть достигнуты цели по сокращению сроков проектирования и ввода в эксплуатацию новых тоннельных объектов, повышению уровня безопасности, снижению затрат на эксплуатацию и модернизацию различных тоннельных систем.

Платформа WinCC OA обладает системными свойствами и характеристиками, определяющими возмож-

ность использовать ее для построения систем диспетчерского контроля, мониторинга и управления тоннельными объектами как один из ключевых элементов концепции цифрового тоннеля.

Литература

1. Соловьёв С. Ю. Дигитализация с SIMATIC WinCC Open Architecture: настоящее и будущее // ИСУП. 2017. № 3.
2. Мельников А. С., Соловьёв С. Ю. Обеспечение информационной безопасности при применении SCADA-системы WinCC OA // Автоматизация в промышленности. 2017. № 7.

3. Серов А. Ю., Соловьёв С. Ю. Интеллектуальные системы управления транспортной инфраструктурой на базе SIMATIC WinCC Open Architecture: возможности видео- и интерактивной картографии // «Автоматизация в промышленности». 2018. № 4.

С. Ю. Соловьёв, к. т. н., руководитель
Центра компетенций,
управление «Цифровое производство»,
ООО «Сименс», г. Москва,
тел.: +7 (495) 737-17-37,
e-mail: icc.ru@siemens.com,
сайт: www.siemens.ru,

Приглашаем принять участие
в масштабном комплексе мероприятий

**20–22
НОЯБРЯ**

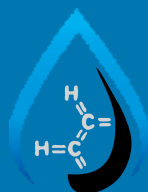
СИБИРСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ

КРАСНОЯРСК
2019



**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. ЭНЕРГЕТИКА
АВТОМАТИЗАЦИЯ. СВЕТОТЕХНИКА**



Нефть. Газ. Химия

Реклама
0+

**2018
ИТОГИ:**

Посетители: 1828 специалистов из 920 организаций
России, Германии, Казахстана
Участники: 75 компаний из России и Китая



www.krasfair.ru

МВДЦ «Сибирь»
ул. Авиаторов, 19
тел.: (391) 200-44-26
el@krasfair.ru